

이탈리안 라이그라스와 종·속간 잡종 및 생태형 유래 합성종간의 생육특성, 수량성 및 사료가치 비교

최기준* · 임용우 · 임영철 · 성병렬 · 김맹중 · 김기용 · 박근제 · 김상록**

Comparison of Growth Characteristics, Forage Productivity and Quality between Italian Ryegrass and Synthetics Derived from Interspecific and Intergeneric Hybrids and Ecotypes

G. J. Choi*, Y. W. Rim, Y. C. Lim, B. R. Sung, M. J. Kim, K. Y. Kim, G. J. Park
and S. R. Kim**

ABSTRACT

Forage breeding laboratory of National Livestock Research Institute, R.D.A. has made interspecific hybrids of *Lolium multiflorum* × *L. pratensis* and intergeneric hybrids of *Lolium* × *Festuca* since 1984, and has collected ecotypes of Italian ryegrass since 1991. Growth characteristics of these hybrids and ecotypes were researched, and then these clone lines were named. Among these clone lines, the several clones that have polen fertility, high cold-tolerance, and similar heading time were used for making synthetics, Naehan 6, 7, 8, 9, with polycrossing method in 1997. Field experiments were carried out to compare the morphological and agronomical characteristics and forage productivity and quality of the synthetics with those of Italian ryegrass varieties, Barmultra and Hwasan 101. in Suwon and Yonchun from 1999 to 2000.

Heading time of the synthetics were 22th to 24th May that belong to late-mature types to be similar to that of Barmultra and Hwasan 101 in Suwon. The synthetics were 101 to 106 cm in plant length, medium or thick in thickness of stem, dark green in leaf color, broad and long in flag leaf, strong in lodging resistance, and excellent in regrowth. Winter survivals of the synthetics were no different from that of Barmultra or Hwasan 101 in Suwon, but better than that of Barmultra or Hwasan 101 in Yonchun where was -10 to -12°C of minimum average air temperature in January or February. Dry matter(DM) yields of the synthetics were similar to DM 8,238kg per ha of Barmultra in Suwon, but in Yonchun, were more 7 to 13% than DM 7,291kg per ha of Barmultra. Forage qualities, IVDMD, ADF, NDF and TDN of the synthetics were lower than those of Hwasan 101, but higher than those of Barmultra.

I. 서 론

이탈리안 라이그라스(*Lolium multiflorum* L.)
는 초기생육이 왕성하고 수량성과 품질이 우수

하나 겨울철 추위에 약하여 우리나라의 남부지방
답리작으로 많이 재배되고 있는 사료작물이
다(이 등, 1992). 현재 우리나라의 이탈리안 라이
그라스 장려품종은 도입종인 Barmultra 등 18

* 축산기술연구소(National Livestock Research Institute, Suwon 441-350, Korea)

최기준, 수원시 권선구 오목천동 564, (031)290-1756(Gi Jun Choi, 564 Omokchun-dong, Kwonsun-gu, Suwon, 441-350, Korea)

** 연천군농업기술센터(Yonchun-gun Agriculture Technology Center, Chatanri, Yonchon, Kyunggi 487-915, Korea)

품종과 국내육성 품종인 화산 101호 등 3품종이 육성 보급되고 있다(축협 2001, 최 등, 2000). 이탈리아 라이그라스는 내한성이 약하여 우리나라의 경우 안전 재배지역이 대전이남 지방에 국한되어 있으나 국내에서 육성한 화산 101호 등 내한성 품종의 육성으로 현재 한강이남의 일부농가에서 이탈리아 라이그라스를 재배하고 있고 그 면적은 더욱 확대될 것으로 보고 있다. 이와 같이 내한성 품종의 육성은 이탈리아 라이그라스의 재배면적을 확대하고 이상기후에 의한 이상 한파가 닥쳐도 안전하게 재배할 수 있다는 점에서 매우 중요하다. 내한성이 우수한 이탈리아 라이그라스 품종 육성을 위해 이탈리아 라이그라스와 페레니얼 라이그라스 간의 교잡종인 hybrid ryegrass 품종육성은 *Festuca* 속의 환경적응성과 라이그라스의 기호성을 결합하는 종·속간 교잡 등에 관한 연구가 보고되었으며(박과 김, 1989, 박 등, 1991, 이와 박, 1993), 외국에서는 *Lolium*×*Festuca* 잡종의 형태적 특성과 생육특성 그리고 수량성 및 소화율 등을 연구하였고(Robert 등 1961, Clyde 등 1979), 페레니얼 라이그라스의 내한성 향상을 위해 내한성 개체의 조기 선발방법과 내한성 검정방법을 개발하여 왔다(Cohen과 Wood, 1986; Wood와 Cohen, 1983; Waldron 등, 1998). 그러나 아직까지 국내에서는 속간 잡종을 이용하여 육성된 품종은 없는 실정으로 이탈리아 라이그라스의 내한성을 한 단계 더 끌어올리기 위해서는 *Festuca* 속의 환경적응성과 이탈리아 라이그라스의 고품질을 결합하여 새로운 품종을 만들어 내는 시도가 필요하다 할 것이다. 1984년부터 축산기술연구소 사료작물 육종연구실에서는 이탈리아 라이그라스의 기호성과 페스큐류의 높은 환경적응성을 결합하는 *Lolium*×*Festuca* 속간 교잡계통을 육성하여 특성을 검정하고 계통화하여 왔고, 1991년부터 자연상태에서 교잡된 것으로 추정되는 Ecotype을 수집하여 계통포장에서 유전자원으로 보존하고 생육특성을 조사하였다. 따라서 본 연구

에서는 축산기술연구소 초지사료과에서 보존 중인 종·속간 잡종 및 생태형 중에서 임성이 있고 이탈리아 라이그라스와 형태적 특성이 유사한 영양계통을 이용하여 육성한 합성계통과 기존의 이탈리아 라이그라스 품종들의 생육특성, 수량성 및 사료가치를 비교 분석하여 신품종 육성의 기초자료를 얻기 위하여 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 농촌진흥청 축산기술연구소 초지사료과에서 1997년부터 2000년까지 수행하였다.

1. 종자합성

1997년에 육성 보존 중인 영양계통들 중에서 형태적 특성이 이탈리아 라이그라스와 유사하고 임성이 있으며 출수기가 비슷한 5개의 영양계통으로 교배조합을 작성하고 Polycross 삼각배치법으로 격리포장에서 합성종 내한 6, 7, 8, 9호의 종자를 생산하였다.

2. 생육특성과 수량성 검정

생육특성 검정은 1999~2000년까지 농촌진흥청 축산기술연구소와 1월 또는 2월 최저평균기온이 -10~-12℃ 지역인 경기 연천에서 실시하였다. 재배시험에 사용한 이탈리아 라이그라스 품종은 도입종인 Barmultra, Florida 80과 국내 육성 내한성 품종인 화산 101호 및 합성종 4개 계통인 내한 6, 7, 8, 9호를 공시하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 파종시기는 수원은 9월 25~30일, 경기 연천은 9월 20~25일 사이에 파종하였다. 파종량은 30kg/ha로 하였고, 파종방법은 20cm 세조파로 하였으며 다만, 2000년 연천지역에서는 산파로 하였다. 시비량 및 시비방법은 ha당 N-P₂O₅-K₂O

= 200-150-150kg을 질소는 기비로 20%, 이른 봄에 50%와 1차 수확 직후 30%를 분시하였고, 인산과 칼리는 파종시와 이른 봄에 각각 50%씩 분시하였다. 식물의 형태적 특성은 이탈리아 라이그라스 특성조사표(종자관리소, 1997)에 준하여 조사하였다. 내한성 조사방법은 월동전에 식생을 조사하고 월동 후 봄에 식생을 달관으로 조사하여 등급화(1:강, 9:약)하였다. 수량 조사는 출수기에 전체구를 예취하여 조사하였고, 건물수량은 생초 500g을 70℃ 환풍건조기에서 48시간 이상 건조 후 건물량을 조사하여 계산하였다. 식물체의 가소화양분총량(TDN)은 Menke와 Huss(1980)의 방법을 이용하여 계산하였다. 이때 소화율은 DLG(1968, 1991) 사료성분표를 이용하였다. *in vitro* 소화율은 Moore(1970)법으로, ADF와 NDF는 Goering과 Van Soest(1970)의 방법으로 분석하였다. 월동중 최저평균기온 및 강수량은 표 1과 같으며 경기연천은 월 최저평균기온이 -10℃ 이하로 수원에 비하여 매우 추운 기온이었고, 시험전 토양의 화학적 특성은 표 2와 같다.

III. 결과 및 고찰

1. 형태적 및 농업적 특성

합성종들의 형태적 및 농업적 특성은 표 3과 같다. 합성종들의 초장은 101~106cm로 Barmultra의 107cm 보다는 작고 화산 101호의 96cm 보다는 길었으며, 합성종들 중에서는 내한 6호가 106cm로 가장 길었다. 일반적으로 이탈리아 라이그라스의 출수기에 초장이 100cm 내외인 점으로 보아 초장은 순수한 이탈리아 라이그라스와 비슷하였다. 합성종들의 출수기 때 지엽의 길이와 폭은 내한 7호를 제외하고는 기존 품종인 Barmultra와 화산101호 보다 길고 넓은 형태적 특성을 나타내어 Robert 등(1961)의 보고와 같은 경향으로 풍엽성이 기존의 품종들보다 오히려 양호하였다. 박 등(1987)이 이탈리아 라이그라스 4배체 품종은 2배체 품종보다 엽이 넓고 길며 농녹색을 나타낸다는 보고와 같이 Barmultra와 화산 101호는 농녹색이었고 합성종들도 농녹색으로 4배체 이탈리아 라이그라스와 비슷하였다. 합성종들의 줄기 두께

Table 1. Minimum average air temperature and amount of precipitation in January and February from 1999 to 2000

Trial region	Month	Minimum average air temp. (°C)		Amount of precipitation (mm)	
		1999	2000	1999	2000
Suwon	Jan.	- 5.8	- 5.9	7.3	57.6
	Feb.	- 4.1	- 6.8	1.8	1.4
Yonchun	Jan.	-10.0	-10.0	3.1	40.5
	Feb.	- 8.0	-12.1	0.0	0.0

Table 2. Chemical characteristics of soil before experiment

Trial region	Year	pH (1:5 H ₂ O)	T-N (%)	O.M. (%)	Avail. P ₂ O ₅ (ppm)	Exch. cation(cmol ⁺ /kg)			
						K	Ca	Mg	Na
Suwon	1999	5.20	0.11	1.67	307	0.91	2.34	0.46	0.08
	2000	4.97	0.15	1.48	299	0.80	2.28	0.55	0.07
Yonchun	1999	5.08	0.11	1.71	153	0.33	1.71	0.43	0.10
	2000	4.66	0.14	1.59	396	0.38	1.04	0.29	0.08

Table 3. Morphological and agronomical characteristics of Italian ryegrass varieties and the synthetics derived from interspecific and intergeneric hybrids and ecotypes in Suwon and Yonchun from 1999 to 2000

Variety or lines	Plant length (cm)	Leafiness (1~9)*	Leaf color**	Lodging resistance (1~9)	Re-growth (1~9)	Heading date (M.D)	Stem thickness	Flag leaf	
								length (cm)	width (mm)
Florida 80	96	5	LG	6	3	5. 8	thin	19.5	8.4
Barmultra	107	1	DG	3	2	5.22	thick	31.6	10.5
Hwasan101	96	2	DG	2	2	5.23	medium	31.7	10.3
Naehan 6	106	1	DG	2	2	5.22	thick	31.9	10.7
Naehan 7	101	1	DG	3	1	5.22	medium	31.6	9.7
Naehan 8	102	1	DG	2	2	5.24	medium	34.7	11.7
Naehan 9	104	1	DG	3	2	5.23	medium	34.4	11.1

* 1 : Excellent(strong), 9 : Worst(weak), ** LG = light green, DG = dark green.

는 내한 6호는 Barmultra와 같이 두꺼웠으며 나머지 3개 계통들은 화산 101호와 같이 중간 정도의 두께를 나타내었다. 도복저항성과 재생력은 4배체 품종인 Barmultra와 화산101호와 같이 우수한 특성을 나타내었고, 출수기는 5월 22일에서 24일로 비슷하였다. 이와 같이 종·속간 잡종 및 생태형의 영양계통으로 만든 합성종의 형태적 특성은 엽이 길고 넓으며 농녹색이고, 줄기는 두꺼운 편이며, 초장은 100cm 내외로서 순수한 이탈리아 라이그라스 4배체 품종과 유사하며, 도복저항성과 재생력도 우수하였다.

2. 내한성

이탈리안 라이그라스의 내한성은 유전적 특성과 저온, 광도, 바람 등 환경요인 및 식물의 생육단계에 따라 차이가 있을 수 있으며(박 등 1987, Waldron 1998), 이 등 (1986)은 이탈리아 라이그라스를 수원에서 8월 20일 파종한 결과 월동전에 초장이 40cm 정도로 생육이 과도하여 거의 동사하였으나 9월 20일에 파종한 것은 월동전 초장이 20cm 정도로서 월동이 양호하였다고 보고하였다. 이와 같이 여러 가지 환경요인과 재배적 요인이 이탈리아 라이그라스의 내한성에 영향을 미치기 때문에 내한성이 강한

품종과 약한 품종을 판단하는 것은 많은 어려움이 있다.

수원과 경기 연천에서 재배한 이탈리아 라이그라스 품종들과 합성종들의 내한성은 표 4와 같다. 겨울철 월동기간 중 월 최저평균기온이 $-5.8 \sim -6.8^{\circ}\text{C}$ 였던 수원에서는 모든 품종들의 월동상태가 매우 양호하였으나, 월 최저평균기온이 $-10 \sim -12^{\circ}\text{C}$ 였던 경기 연천에서는 품종간에 차이가 있었다. 도입종인 Barmultra의 내한성의 계급치가 6~7로서 50~60%가 동사하여 내한성이 약한 것으로 나타났고, 내한성 품종으로 육성된 화산 101호는 양호한 편이었으며 합성종들은 80~90%가 월동하여 화산 101호와 대등하거나 다소 내한성이 강한 특성을 나타내었다. 특히 2000년 연천지역에서 품종간에 내한성의 차이가 보다 뚜렷하였던 것은 파종을 조파로 하지 않고 산파로 표면에 파종함으로써 성장점의 지표노출이 더욱 심하여 나타난 결과로 생각된다. 이와 같이 합성종들이 Barmultra와 화산 101호보다 내한성이 강한 것은 *Festuca*속의 중요한 특성인 우수한 환경적응성이 결합된 결과로 생각되며, Pfahler 등 (1984)은 품종의 내한성은 염색체의 배수성보다는 육종모재의 특성에 의해 좌우된다는 보고와 일치하고 있다. 또한 유 등(1988)이 국외에서 육성한 속간잡종과 순수한 이탈리아 라이그

Table 4. Winter survivals of Italian ryegrass varieties and the synthetics derived from interspecific and intergeneric hybrids and ecotypes in Suwon and Yonchun from 1999 to 2000

Variety or lines	Winter survival (1~9)*				Mean
	Suwon		Yonchun		
	1999	2000	1999	2000	
Florida 80	1	1	5	6	3.3
Barmultra	1	1	6	7	3.8
Hwasan 101	1	1	3	5	2.5
Naehan 6	1	1	4	3	2.3
Naehan 7	1	1	3	3	2.0
Naehan 8	1	1	3	3	2.0
Naehan 9	1	1	3	2	1.8

* 1 : Excellent, 9 : Worst.

라스와의 국내 적응성 검정에서 속간잡종의 내한성이 우수하여 이탈리아 라이그라스 대체 품종의 육성가능성을 시사한 바와같이 생육특성은 라이그라스와 유사하고 내한성은 보다 우수한 품종육성을 위해 종·속간잡종의 활용가능성이 매우 높을 것으로 생각된다.

3. 수량성

이탈리안 라이그라스의 수량성은 유전적 요인과 재배지역의 환경요인과의 상호작용에 의해 나타난다. 특히 우리 나라와 같이 겨울이 추운지역에서 이탈리아 라이그라스의 수량성은 내한성이 우수한 품종일수록 높아질 가능성이 높다.

수원과 연천에서 재배한 이탈리아 라이그라스의 건물수량은 표 5와 같다. 합성종의 건물수량을 보면, 2년간 평균수량이 수원에서는 내한 6호와 내한 9호가 도입종인 Barmultra (8,236kg/ha)와 국내 육성종인 화산 101호(7,974 kg/ha)보다 다소 높은 8,567~8,809kg/ha의 건물수량을 나타내었고, 내한 7호와 8호는 대등하거나 다소 낮은 수량성을 나타내었다. 이러한 수량성은 김 등(1998)의 보고와 같이 중부지역인 수원에서 이탈리아 라이그라스의 건물수량은 년차간에 차이는 있으나 6.5~13.9톤/ha의

범위에 속하였다. 이와 같이 내한성이 크게 영향을 미치지 않는 지역에서의 건물수량은 품종의 내한성 차이와는 관계없이 그 품종의 수량성을 나타내었다고 할 수 있다. 그러나 겨울이 추운 경기도 연천에서는 월동이 불량했던 Barmultra의 건물수량이 7,291kg/ha보다 합성종들이 7~12% 증수하였다. 특히, 2000년 경기 연천에서 도입종인 Barmultra의 건물수량이 6,766 kg/ha으로 합성계통들보다 9~26% 감소하였는데, 이러한 결과는 표 4에서 보는 바와 같이 Barmultra는 내한성이 약하여 동사가 많이 되었으며 이러한 결과가 수량의 감소를 가져왔고 내한성이 강한 합성계통들은 생존개체들이 많아 수량의 증대를 가져온 결과로 생각된다. 경기 연천에서 Barmultra의 경우 월동상태를 감안하면 월동이 양호했던 품종보다 수량이 50% 이상 감수가 예상되었으나, 이탈리아 라이그라스는 초기생육과 재생력이 왕성하여(이 등 1992) 월동할 때 어느 정도 동사하여도 주어진 생육공간에서 비료와 수분 및 광의 경합이 적어 보상생장을 많이 한 것으로 생각된다. 그러나 내한성이 강한 품종과의 수량차이를 극복할 수는 없었다. 따라서 우리 나라와 같이 겨울이 추운지역에서 이탈리아 라이그라스의 내한성 품종육성은 재배지역 확대는 물론 수량증대에 중요한 요인으로 작용하며, 종·속간 및 생태

Table 5. Dry matter(DM) yields of Italian ryegrass varieties and the synthetics derived from interspecific and intergeneric hybrids and ecotypes in Suwon and Yonchun from 1999 to 2000.

Variety or lines	Dry matter yields						Total mean
	Suwon			Yonchun			
	1999	2000	Mean	1999	2000	Mean	
Florida 80	8,917	8,930	8,924	7,406	7,154	7,280	8,102
Barmultra	9,342	7,130	8,236	7,816	6,766	7,291	7,764
Hwasan101	9,087	6,861	7,974	7,804	7,274	7,539	7,757
Naehan 6	10,115	7,502	8,809	7,883	8,521	8,202	8,506
Naehan 7	8,905	7,115	8,010	8,404	8,145	8,275	8,143
Naehan 8	8,914	6,501	7,708	8,228	7,582	7,905	7,807
Naehan 9	9,387	7,747	8,567	8,206	7,397	7,802	8,185
LSD(0.05)	NS	1,174	-	NS	1,626	-	-

Table 6. *In vitro* dry matter digestibility(IVDMD), acid detergent fiber(ADF), neutral detergent fiber(NDF) and total digestible nutrient(TDN) of Italian ryegrass varieties and the synthetics derived from interspecific and intergeneric hybrids and ecotypes in Suwon and Yonchun in 2000

Varieties or lines	IVDMD (%)	ADF (%)	NDF (%)	TDN (%)
Florida 80	64.7	33.5	55.9	62.5
Barmultra	70.4	33.5	54.2	62.5
Hwasan 101	78.3	30.9	50.7	64.4
Naehan 6	71.3	34.3	55.1	61.9
Naehan 7	73.5	32.8	54.8	63.0
Naehan 8	72.1	32.6	53.7	63.2
Naehan 9	73.5	33.1	53.0	62.8

형을 이용한 내한성 품종의 육성 가능성은 매우 높은 것으로 생각된다.

4. 사료가치

이탈리안 라이그라스의 사료가치가 매우 우수한 것은 잘 알려진 사실이다. 수원과 연천에서 재배된 이탈리안 라이그라스 품종들과 종·속간 잡종 및 생태형의 영양계통으로 만든 합성종들의 사료가치는 표 6에서 보는바와 같다. *in vitro* 건물소화율은 화산 101호가 약 78.3%

로 가장 높았고 합성계통들은 71.3~73.5%로서 중간 정도였으며 도입종인 Barmultra는 70.4%로 만생종 중에서는 가장 낮았다. 합성계통들의 ADF는 32.6~34.3%, NDF는 53.0~55.1%였고 국내 육성종인 화산 101호의 ADF는 30.9%, NDF는 50.7%를 나타내었다. 일반적으로 이탈리안 라이그라스의 ADF는 29~32%, NDF는 53~56%였고(김 등, 1998), 라이그라스와 페스큐류 속간잡종의 ADF는 32.6%, NDF는 66.5%였다는 보고(이와 이, 1999)와 유사한 결과를 나타내었다. 본 시험에서 합성종들의 사료가치

는 화산 101호보다는 다소 불량한 특성을 나타내었으나 도입 장려품종인 Barmultra 보다는 대등하거나 다소 좋은 사료가치를 나타내어 합성종들의 사료가치는 크게 문제가 되지않을 것으로 판단된다. 합성종들 중에서는 내한 6호의 사료가치가 다소 낮게 평가되었고, 내한 9호는 다소 높게 평가되었다. 내한 6호의 사료가치가 낮은 것은 표 3에서 보는 바와 같이 줄기가 굵기 때문인 것으로 사료되며 내한 9호의 사료가치가 다소 높은 것은 줄기의 굵기는 중간이고 엽이 길고 넓어 풍엽성이 우수하기 때문인 것으로 생각된다. 이상의 결과를 종합하면 종·속간 잡종 및 생태형으로 만든 합성종들의 생육특성은 순수 이탈리아 라이그라스 품종들과 유사하나 내한성이 보다 우수하며, 사료가치는 중간정도를 나타내어 합성종을 이용한 신품종 육성 가능성은 매우 높은 것으로 생각된다.

IV. 요약

축산기술연구소 사료작물 육종연구실에서는 1984년부터 이탈리아 라이그라스의 기호성과 페스큐류의 높은 환경적응성을 결합하기 위해 *Lolium* × *Festuca* 잡종을 생산하였고, 1991년부터 이탈리아 라이그라스 생태형을 수집하여 특성을 검정하고 계통화하여 왔다. 1997년부터 이들 교잡계통과 생태형 중에서 임성이 있고 내한성이 강하며 출수기가 비슷한 영양계통으로 교배조합을 작성하여 Polycross 삼각배치법으로 합성종 내한 6, 7, 8, 9호를 육성하였다. 이들 합성종들의 형태적 및 농업적 특성 그리고 수량성과 사료가치를 비교하기 위하여 1999년부터 2000년까지 경기 수원과 연천에서 이탈리아 라이그라스 Barmultra와 화산 101호 등의 기존품종들과 함께 공시하여 포장시험을 실시하였다.

합성종들의 생육특성에서 출수기는 수원에서 5월 22~24일로 Barmultra나 화산 101호와 비슷한 만생종에 속하였다. 초장은 101~106cm,

줄기의 굵기는 중간 또는 굵었으며, 엽색은 농녹으로서 넓고 길며 풍엽성이 좋았다. 도복은 대체로 강한 편이었으며 재생은 양호하였다.

합성계통들의 내한성은 수원지역에서는 기존의 이탈리아 라이그라스 품종들과 차이가 거의 없었으나, 1월 또는 2월 최저평균기온이 -10~-12℃ 였던 경기 연천지역에서는 기존 품종들보다 내한성이 강하였다.

합성계통들의 건물수량은 수원지역에서는 Barmultra(8,236kg/ha)와 비슷하거나 다소 적었으나 연천지역에서는 Barmultra(7,291kg/ha) 보다 7~13% 많았다.

합성계통들의 사료가치는 *in vitro* 소화율, ADF, NDF, TDN 함량에 있어서 화산 101호보다는 다소 낮았으나 Barmultra 보다는 다소 양호하였다.

V. 인용문헌

1. 김동암, 김문철, 전우복, 신정남, 권찬호, 금종성, 임상훈. 1998. 목초 및 사료작물 정부장려품종의 지역적응성 평가. V. 이탈리아 라이그라스의 사초수량과 사료가치. 한초지 18(1):11-18.
2. 박병훈, 박병식, 강정훈. 1987. 이탈리아 라이그라스의 2배체와 4배체 품종간 비교. 한초지 7(3): 135-139.
3. 박병훈, 김명환. 1989. 화분과목초의 종속간 잡종에 관한 연구. I. 교잡배 일령에 따른 Callus 형성과 식물체 재분화. 한초지 9(2):62-67.
4. 박병훈, 유종원, 이영현. 1991. 화분과목초의 종속간 잡종에 관한 연구 II. Italian ryegrass X tall fescue F1 잡종의 형태 및 생리적 특성. 한초지 11:1-5.
5. 유종원, 강정훈, 한홍전, 김웅배, 박병훈. 1988. 화분과 목초의 종속간 잡종 hybrid ryegrass와 *Festulolium*의 생육특성. 한초지 8(2):123-127.
6. 이영현, 박병훈. 1993. 화분과목초의 종속간 잡종에 관한 연구. III. 이탈리아 라이그라스의 배양 세포로부터 원형질체 분리와 배양. 한초지 13(3): 170-176.
7. 이호진, 채제천, 이석순, 구자옥, 최진용. 1992. 신계 사료작물학. 향문사. pp 218-224.

8. 이남중, 박병식, 박병훈. 1986. 이탈리아인 라이그라스 채종에 관한 시험. 축산연보 : 714-717.
9. 이인덕, 이형석. 1999. *Festulolium Braunii*(*Festuca pratensis* Huds × *Lolium multiflorum* Lam)을 조합한 혼파초지의 건물수량 및 사료가치 비교. 한초지 19(4):317-324.
10. 종자관리소. 1997. 신품종심사를 위한 작물별 세부특성조사요령(안).
11. 최기준, 임용우, 김기용, 최순호, 성병렬, 김원호, 신동은, 임영철. 2000. 내한 다수성 이탈리아인 라이그라스 신품종 “화산 101호”. 한초지 20(1):1-6.
12. 축협중앙회. 2001. 사료 및 목초종자 수입적응성 시험 인정 품종.
13. Cohen, R.P. and G.M. Wood. 1986. Predicting cold tolerance in Perennial ryegrass through alcohol bath freezing of seedling plants. Agron. J. 78: 560-563.
14. Clyde, C. Berg, R.R. Hill Jr., R.C. Buckner and R.F. Barnes. 1979. Forage production and quality of synthetics derived from *Lolium* × *Festuca* hybrids. Crop Sci. 19:89-93.
15. DLG. 1968, 1991. DLG-fetterwertabelle fuer wiederkaeurer. DLG-verlag, Frankfurt am Main.
16. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook. No. 379. ARS. USDA. Washington, D.C.
17. Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. University of Florida, Department of Animal Science.
18. Menke, K.H. und W. Huss. 1980. Tierernaehrung und futtermittel-kunde. UTB Ulmer, 38-41.
19. Pfahler, P.L., R.D. Barnett and H.H. Luke. 1984. Diploid-tetraploid comparisons in Rye. I. Forage Production. Crop Sci. 24:67-1674.
20. Robert, C. Buckner, Helen D. Hill, and Paul B. Burrus. 1961. Some characteristics of perennial and annual ryegrass × tall fescue hybrids and of the amphidiploid progenies of annual ryegrass × tallfescue. Crop Sci. 1:75-80.
21. Waldron, B.L., N.J. Ehlke, D.J. Vellekson and D.B. White. 1998. Controlled freezing as an indirect selection method for field winterhardiness in turf-type Perennial ryegrass. Crop Sci. 38: 811-816.
22. Wood, G.M. and R.P. Cohen. 1983. Predicting cold tolerance in Perennial ryegrass from subcrown internode length. Agron. J. 76:516-517.